

## Die Entwicklung der Kapsel von Anthoceros

Von H. Leitgeb.

(Mit 1 Tafel.)

Unter allen dermalen zu den Lebermoosen gerechneten Formen stehen die Anthoceroteen durch die eigenthümliche Ausbildung ihres Sporogoniums völlig isolirt. Der Mangel einer eigentlichen Calyptra, das Vorhandensein einer Columella und von Spaltöffnungen am Sporogon entfernt sie ebensosehr von den Lebermoosen, als sie durch diese Eigenthümlichkeiten an die Laubmoose mahnen, von denen sie wieder durch das Vorhandensein von elaterenähnlichen Zellen und durch die so viel tiefere Organisation der Geschlechtsgeneration gänzlich verschieden sind.

Bei dem Umstande, als Laubmoose und Gefäßkryptogamen höchst wahrscheinlich aus Pflanzen hervorgegangen sind, die unseren heutigen Lebermoosen nahe standen, hat daher, bei der Suche nach Anknüpfungspunkten für diese beiden Pflanzengruppen, gerade Anthoceros zu wiederholten Malen schon die Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Es ist aber selbstverständlich, dass die erste Bedingung für eine mögliche erfolgreiche Lösung dieser und aller ähnlichen Fragen die genaue Kenntniss der betreffenden Formen, und vor Allem ihres individuellen Entwicklungsganges ist.

Diese Erwägungen bestimmen mich, vorgreifend einer eingehenderen Bearbeitung der Familie der Anthoceroteen, meine schon vor längerer Zeit gemachten Untersuchungen der Entwicklung des Sporogons von Anthoceros zur Publication zu

bringen, wobei ich aber wieder nur seine Differenzirung in die verschiedenen Gewebeschichten berücksichtigen will.

Wenn man aus einer Kapsel, in deren oberem Theile die Sporenbildung schon begonnen hat, successive nach dem Grunde fortschreitend, Querschnitte anfertigt, so gelangt man endlich in eine Höhe, wo die sporenbildende Schichte schon vollkommen deutlich erkennbar ist, wo aber die Zellen derselben noch vollkommen unter sich und mit dem übrigen Gewebe in Verbindung stehen. Man erhält ein Bild, wie es in Figur 17 dargestellt ist. Die Zellen der sporenbildenden Schichte sind radial verlängert, einige derselben erscheinen tangential getheilt. Letztere sind, wie schon Hofmeister<sup>1</sup> zeigte, Elemente einer von der Columella zur Fruchtwand führenden Zellreihe, der sogenannten Schleuder der Autoren.

Die sporenbildende Schichte umschliesst eine Zellengruppe quadratischer Form, die Columella. Sie besteht fast ausnahmslos aus 16 Zellen, von denen je vier zu einem kleineren Quadrat gruppirt sind. Die Wandung des Sporogons besteht durchschnittlich aus fünf Zellschichten, unter denen die an der Peripherie gelegene, durch viel kleinere Zellen sich deutlich als Epidermis (in der, wie bekannt, sich ja auch Spaltöffnungen bilden) von den übrigen unterscheidet. Geht man mit den Querschnitten bis an den Grund, so verliert vorerst die Sporogonwand eine Schichte, später eine zweite. Die Zellen der sporenbildenden Schichte erscheinen isodiametrisch, die der Columella sind in Zahl und Form unverändert, nur etwas vergrössert, und zeigen häufig an ihren Ecken kleine Intercellularräume (Fig. 16 und 15). Ganz dasselbe Bild erhalten wir aber auch, wenn wir viel jüngere Kapseln, selbst solche, welche das Gewebe noch gar nicht durchbrochen haben, an ihrem Grunde quer durchschneiden; immer finden wir also die 16<sup>2</sup> Zellen der Columella, die sie umgebende

---

<sup>1</sup> Vergleichende Untersuchungen etc., pag. 5 et seq.

<sup>2</sup> Es kommt allerdings öfters vor, dass das eine Mal durch Unterbleiben einer Theilung die Zahl geringer, das andere Mal durch eine weitere Theilung grösser ist, aber nie treten grössere Unregelmässigkeiten auf, und in der Regel ist es sehr leicht auch die Erklärung für dieselben aus der Zellgruppierung zu entnehmen.

sporenbildende Schichte<sup>1</sup>, und nur die Sporogonwand zeigt in Bezug auf die Zahl ihrer Schichten einige Schwankungen (Fig. 7, 10, 13, 14).

Diese vollkommen gleiche Ausbildung eines Querschnittes durch den Grund einer Kapsel, mag sich dieselbe nun in völlig jugendlichem Zustande befinden und kaum eine Länge von 75 Mik. erreichen, oder aus dem Thallusgewebe hervorgetreten bis einen Centimeter und darüber lang sein und in ihrem oberen Theile schon ausgebildete Sporen bergen, wird erklärlich, wenn wir erwägen, dass das Wachsthum der Kapsel durch Zellvermehrung an ihrem Grunde geschieht, dass wir also hier ein ganz ähnliches Wachsthum vor uns haben, wie in den meisten Blättern, wo in gleicher Weise am Blattgrunde die Zellen am längsten ihre Theilungsfähigkeit bewahren. Auch darin stimmt das Wachsthum der Anthoceroskapsel mit dem der Blätter überein, dass die Streckung der Zellen an der Spitze beginnt und gegen den Grund hin fortschreitet. Wenn wir nun weiter erwägen, dass am Grunde alter Sporogonien und eben so an ganz jungen die sporenbildende Schichte und die Columella in gleicher Weise ausgebildet erscheinen, so kommen wir schon dadurch zur nothwendigen Annahme, dass diese beiden Gewebe schon im frühesten Jugendzustand angelegt und nicht durch spätere Differenzirung eines ursprünglich gleichartigen Gewebes gebildet werden. In welcher Weise nun die Anlage dieser Gewebe geschieht, soll im Nachfolgenden gezeigt werden.

Die jüngsten mir zugänglichen Stadien der Embryoentwicklung sind in Fig. 1 und 2 dargestellt. Der Embryo erscheint in zwei Stockwerke von je vier quadrantisch gelegener Zellen getheilt. Die Zellen des unteren Stockwerkes sind bedeutend kürzer. Im Hinblick auf die Angaben Hofmeister's, dass der Embryo zuerst durch eine (geneigte) Wand der Länge nach getheilt wird, wäre also die Entstehung der beiden Stockwerke Folge eines secundären Theilungsactes. Aus dem unteren Stock-

---

<sup>1</sup> An Alkoholmaterial wird der Inhalt der Zellen der sporenbildenden Schichte nach Behandlung mit Kali gelbbraun gefärbt, und man erkennt dieselbe also auch an Stellen, wo weder ihre Lagerung im Grunde, noch die Form der Zellen Anhaltspunkte bietet.

werke bildet sich der Fuss des Sporogoniums. Nach wenigen Theilungen wachsen hier die peripherischen Zellen papillös aus und verflechten sich, unterstützt von einem ähnlichen Wachstumsvorgang in dem um- und anliegenden Thallusgewebe, mit diesem zu einem dichten, äusserst fest gefügten kleinzelligen Gewebe, in welchem die Angehörigkeit der einzelnen Zellen nicht mehr erkannt werden kann (Fig. 5, 12, 14). Desshalb gelingt es auch an ganz jungen Embryonen nur in den seltensten Fällen (Fig. 5), den Fusstheil unversehrt herauszupräpariren; bei aller Sorgfalt erhält man beim Versuche des Freipräparirens immer nur Objecte, wie sie in Fig. 3, 6, 7, 9, 11 dargestellt sind.

Das obere Stockwerk zerfällt zunächst durch eine in allen seinen Zellen auftretende Quertheilung abermals in zwei Stockwerke. Ich fand dieses Stadium an einem der Art nach nicht bestimmbar Anthoeros aus Neu-Seeland, und ich habe es in Fig. 18 abgebildet. Als weitere Theilung beobachten wir nun in den vier am Scheitel gelegenen Zellen durch der Oberfläche parallele Wände die Bildung von Innen- und Aussenzellen (Fig. 3, 4), worauf dann auch in der grundwärts anstossenden Zellschichte (dem mittleren Stockwerke) die gleiche Differenzirung und nur mit dem Unterschiede eintritt, dass in jedem Quadranten durch zwei Theilungsschritte die Bildung einer Innen- und zweier Aussenzellen erfolgt (Fig. 4).

Die vier axil gelegenen Zellen des obersten und wohl auch die des mittleren Stockwerkes sind die Anlage der Columella. Jede derselben theilt sich typisch durch aufeinander senkrecht stehende Wände in vier Zellen, so dass der Querschnitt nun im Centrum 16 quadratische zu vier kleineren Quadraten (die zusammen wieder ein grösseres Quadrat bilden) geordnete Zellen erkennen lässt (Fig. 7, 6). Diese im Querschnitte quadratische Zellengruppe vermehrt ihre Zellen nur mehr durch Quertheilungen, so dass auch an den weitest vorgeschrittenen Entwicklungsstadien sowohl in Bezug auf Zahl als Gruppierung derselben eine Veränderung nicht mehr eintritt (Fig. 10, 13—17).

Ich habe schon oben erwähnt, dass die unmittelbar am Fusse geführten Querschnitte, gegenüber den höher geführten, das centrale Quadrat etwas vergrössert zeigen. Es ist dies Folge einer geringen Verbreitung der Columella auf ihrer Übergangs-

stelle in den Fuss (Fig. 12, 13, 14), und ich glaube, dass dieser Theil aus dem mittleren Stockwerke hervorgegangen ist, so dass also die Columella, so weit sie als die von der sporenbildenden Schicht umschlossene Mittelsäule auftritt, ausschliesslich aus dem obersten Stockwerk gebildet wird. Wenn wir nun von dieser Verbreiterung absehen, so behält die Columella durch die ganze Länge des Sporogons die gleiche Mächtigkeit und die Seitenlänge ihres quadratischen Querschnittes bleibt, wie aus der unten mitgetheilten Tabelle ersichtlich, dieselbe, mag man nun Embryonen, die die Columella eben erst vollständig angelegt haben, oder den Grund von Sporogonen untersuchen, die in ihrer oberen Hälfte schon reife Sporen gebildet haben<sup>1</sup>.

Schon während des Dickenwachsthumes der Columella theilen sich die Zellen der sie umschliessenden Zellschichte, sogleich oder nach dem früheren Auftreten einer Radialtheilung, einmal tangential. Die auf diese Weise entstandene innere, die Columella umschliessende und deren Scheitel (wie bei *Sphagnum* und *Andraea*) glockenförmig überwölbende Zellschichte erzeugt die Sporen und Elateren, und es finden in ihren Zellen, mit Ausnahme jener, die zu Elateren werden, keine Tangentialtheilungen mehr statt.

Die äussere, an der Peripherie liegende Schichte theilt sich nun abermals dreimal hintereinander und in centrifugaler Folge tangential und der damit zusammenhängenden Umfangsvergrößerung entsprechend werden auch die Radialtheilungen in jeder so entstehenden Schichte um so zahlreicher, je weiter an die Peripherie sie gerückt erscheint. Am häufigsten wiederholen sie sich in der äussersten (jüngsten) Schichte, die dann auch durch die Kleinheit ihrer Zellen sich von den übrigen Schichten scharf abhebt. Kurz vor Isolirung der Sporenmutterzellen tritt nun in der innersten, der sporenbildenden Schichte anliegenden (und ältesten)Wandschichte abermals eine Tangentialtheilung ein, womit

---

<sup>1</sup> Es gilt dies allerdings nur für jenen Kapseltheil, in dem noch keine Streckung stattgefunden hat. Hier erscheint die Columella etwas dünner, wozu, wie es scheint, ebenso die in Folge der Streckung der Wandschichten bewirkte Zerrung als auch die durch die Ausbildung der Sporen erzeugte Pressung das Ihrige beitragen mögen.

die Vollzahl der die Kapselwand bildenden Zellschichten erreicht ist (Fig. 17).

Da das intercalare Längenwachstum sich am Grunde des Sporogoniums vollzieht, in einer Region, wo die Kapselwand erst ein-, höchstens zweischichtig ist, so ist es selbstverständlich, dass der Aufeinanderfolge der tangentialen Theilungen der Kapselwand in der Querrichtung des Organs die gleiche Aufeinanderfolge derselben spitzwärts entspricht (Fig. 8, 11, 12), und dass die Dicke der Kapselwand spitzwärts zunimmt und das Sporogon daher am Grunde eingeschnürt erscheint. Dass diese Einschnürung (bei gleichbleibender Mächtigkeit der sporenbildenden Schichte und der Columella) ausschliesslich eine Folge der geringeren Mächtigkeit der Kapselwand ist, zeigt folgende Tabelle:<sup>1</sup>

In Millimeter			Anmerkung
Länge des Sporogons	Dicke an der Basis	Dicke der Columella	
0·09	0·075	0·030	Die Kapselspitze durchbricht eben das Gewebe; die Sporenbildung beginnt.
0·225	0·099	0·035	
0·800	0·120	0·030	
1·050	0·090	0·030	Die Kapselspitze bis auf 0·36 aus dem Gewebe hervorragend.
1·500	0·114	0·030	
0·090	0·120	0·060	Eine neuseeländische Art, bei welcher die Columella viel mächtiger ist und im Längsschnitte acht Zellreihen zeigt.
0·195	0·126	0·060	

<sup>1</sup> Die Länge des Sporogons wurde exclusive des Fusses und von der Stelle an gemessen, wo die Kapsel mit dem übrigen Gewebe verwachsen erscheint. Auf diese Stelle beziehen sich auch die übrigen Messungen.

Während so die Ausbildung der Kapselwand in der Quer-  
richtung in äusserst regelmässiger Weise fortschreitet, ist dies  
am Scheitel derselben nicht der Fall. Schon an ganz jungen  
Embryonen beobachten wir häufig eine ungleiche Ausbildung  
beider Längshälften, welche zur Folge hat, dass die erste  
Längswand, die anfangs (wenigstens öfters) axial liegt, geneigt  
und vom Scheitel abgerückt wird, der nun nur von der einen  
Längshälfte gebildet ist. In dieser Parthie gehen nun die Thei-  
lungen, weder in Bezug auf ihre Aufeinanderfolge, noch in Bezug  
auf ihre Lage nicht mehr in der regelmässigen Weise vor sich,  
und wir erhalten dann häufig Längsansichten, welche auf ein  
Spitzenwachsthum mit zwei-, respective vierseitiger Segmen-  
tierung der Scheitelzelle hinzudeuten scheinen (Fig. 8). Als Folge  
dieser einseitigen Ausbildung der einen Längshälfte zeigt sich  
schon die junge Kapsel einseitig zugespitzt (Fig. 11). Da ferner  
die überwiegende Ausbildung der einen Längshälfte sich nur auf  
die zur Kapselwand werdenden Zellen erstreckt, und die dies-  
bezüglichen Zelltheilungen erst nach der Anlage der Columella  
und der sporenbildenden Schichte eintreten, so ist es selbst-  
verständlich, dass letztere Gewebe nicht bis zur Kapselspitze  
reichen können, sondern in einiger Entfernung unter derselben  
endigen. Diese Ausbildung einer nur aus sterilem Gewebe beste-  
henden Spitze ist an Jugendstadien sehr auffallend (Fig. 11);  
sie wird aber später, wo der fertile Kapseltheil um so vielmal  
sich verlängert und die sterile Spitze an Länge übertrifft, undeut-  
lich und leicht übersehen.

---

Als Resultat der im Vorhergehenden mitgetheilten Unter-  
suchungen ergibt sich vor Allem, dass die Differenzirung der  
Gewebe schon in den ersten Stadien der Embryoentwicklung  
stattfindet. Im Vergleich mit der bis jetzt bekannt gemachten  
Entwicklung des Sporogons bei den übrigen Lebermoosen können  
wir diese hier wie dort bis zu dem Momente als im Wesentlichen  
gleich verlaufend ansehen wo durch secundäre Theilungen eine  
Gruppe von Innenzellen, von einer Schicht peripherischer Zellen  
differenzirt erscheint. Bei allen übrigen Lebermoosen sind die  
Innenzellen zur Bildung von Sporen (und ev. Elateren) bestimmt.

Bei *Anthoceros* aber bilden sie einzig nur die Anlage der Columella, und somit nur steriles Gewebe. Die die Innenzellen umschliessende Schichte von Zellen wird bei den übrigen Lebermoosen im Allgemeinen zur Kapselwand. Es ist dies jene Zellschicht, aus welcher sich bei *Anthoceros* die sporenbildende Schichte herausdifferenzirt. Es entspricht daher das bei *Anthoceros* die Columella bildende Gewebe morphologisch dem sporenbildenden Gewebe der übrigen Lebermoose. Es darf also die Columella von *Anthoceros* nicht als eine spätere Differenzirung aus einem ursprünglich gleichen und fertilen Gewebe angesehen werden, und es geht nicht an, zum Vergleiche mit der *Anthoceros*-Columella etwa jene Sporogonansbildung herbeizuziehen, bei der wie bei *Pellia* ein Theil der Schleuderer in der Axe des Organes zu einem Bündel vereinigt erscheint. Nach unseren dermaligen Kenntnissen scheint also die Sporogonentwicklung von *Anthoceros* wesentlich verschieden von der der übrigen Lebermoose. Aber es wäre denn doch möglich, dass sich auch unter diesen werden Typen auffinden lassen, welche einen Übergang vermitteln könnten. Es ist einmal unzweifelhaft, dass als Ausnahmefall da und dort, nach Sonderung der Kapsel in Innenzellen und Wandschicht, einige der durch die secundären Zelltheilungen in letzterer gebildete Zellen nicht an der Wandbildung Theil nehmen, sondern zu Elementen des Sporenraumes werden. Wenn auch die für *Pellia* von Hofmeister angegebene Entwicklungsweise, nach welcher die Kapselwand erst spät, nach länger dauernder centrifugaler Zelltheilung aus der äussersten Schichte entsteht, durch Kienitz-Gerloff nicht bestätigt wurde, diese Gattung also dem gemeinsamen Typus folgt, so bleibt doch noch *Riccia*, für welche Hofmeister und Kienitz-Gerloff ein peripherisches Dickenwachsthum, und somit eine spätere Anlage der Kapselwand annehmen. Aber auch bei anderen Lebermoosen kann möglicher Weise ein solches Wachsthum stattfinden, und ich will hier nur daran erinnern, dass ich schon seinerzeit<sup>1</sup> diesbezüglich auf *Ptilidium* aufmerksam gemacht habe. Sollten sich also unter den Lebermoosen Typen auffinden lassen, wo die Sporenbildung nicht auf die

---

<sup>1</sup> Untersuchungen über die Lebermoose. Heft II, pag. 58.



Innenzellen beschränkt bleibt, sondern ausserdem auch weiter nach der Peripherie stattfindet und morphologisch bestimmbare Zellschichten ergreift, dann wäre vielleicht das Verbindungsglied gefunden, und es würde sich in diesem Falle allerdings die Columella als gebildet durch die Differenzirung eines ursprünglich gleichartigen Gewebes ansehen lassen. Für dermalen aber stößt die Entwicklung der Kapsel von *Anthoceros* unvermittelt neben der der übrigen Lebermoose, um so mehr, als selbst *Riccia* möglicherweise<sup>1</sup> dem gemeinsamen Typus folgen könnte.

Ich habe an einem anderen Orte<sup>2</sup> versucht, die Sporogonentwicklung bei *Anthoceros* und den übrigen Lebermoosen mit der der Laubmoose zu vergleichen. Es lagen damals keine diesbezüglich verwerthbaren Angaben vor, da auch die Abhandlung J. Kühn's, betreffend die Entwicklung der Kapsel der Andraeaceen über das wesentliche Moment, ob nämlich den Innenzellen (entsprechend dem „Grundquadrate“) nur die Columella oder diese plus der sporenbildenden Schichte entsprechen, keinen Aufschluss gab. Nach den Zeichnungen vermuthete ich das Erstere und es verschwand somit jeder Anhaltspunkt zur Vergleichung der Andraeaceenkapsel mit der der foliosen Ingermannieen, während ich zu gleicher Zeit betonte, dass, sollte die Vermuthung sich bestätigen, die Kapsel der Andraeaceen und die von *Anthoceros* bezüglich ihrer Entwicklung auffallend übereinstimmen würden.

Freilich scheint sich diese Vermuthung nicht bestätigen zu sollen, es wäre denn, dass die Andraeaceen (und vielleicht *Sphagnum*) nicht dem Typus der übrigen Laubmoose folgen sollten, was immerhin möglich ist. Für diese nämlich ist, wie aus den letzthin publicirten Mittheilungen Kienitz-Gerloff's,<sup>3</sup> und aus gleichzeitig von einem meiner Schüler F. Vouk durch-

---

<sup>1</sup> Wenigstens hält neuerdings Kienitz-Gerloff dies für möglich.

<sup>2</sup> l. c. p. 60.

<sup>3</sup> Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforsch. Freunde zu Berlin. 15. Febr. 1876. Es wird hier die Kapselentwicklung bei *Phascum* geschildert. Herr Vouk studirte *Ephemerum*, *Orthotrichum* und *Polytrichum*. Da alle diese Gattungen demselben Typus folgen, so dürfte derselbe wohl für alle übrigen gelten.

geführten Untersuchungen hervorgeht, die Entwicklung eine wesentlich andere. Auch hier zeigt der Querschnitt etwas unter der Spitze des mit zweischneidiger Scheitelzelle wachsenden Embryo vier quadrantisch um den Mittelpunkt gruppierte Zellen, umgeben von einer Schichte peripherischer. Es ist völlig gleichgiltig, ob dieselben wie bei *Andraca* (Kühn), *Phascum* (Kienitz - Gerloff), *Orthotrichum*, *Polytrichum* (Vouk) durch zwei Theilungssehnitte, oder wie bei *Ephemerum* (Vouk) durch einen einzigen (eine der Aussenfläche parallele Wand) abgesehnitten werden. Aus diesen vier inneren (axilen) Zellreihen (im Querschnitt das „Grundquadrat“ Kühn's bildend) geht die Columella und die sporenbildende Schichte hervor, und zwar in der Weise, dass eine endlich entstehende peripherische Schichte durch Tangentialtheilung in die sporenbildende Schichte und den inneren Sporensack zerfällt, während die weiter innen gelegenen Zellen zur eigentlichen Columella werden.<sup>1</sup> In den das Grundquadrat umgebenden (peripherischen) Zellen tritt eine Tangentialtheilung ein. Sie liegt immer näher den axilen Zellen als der Peripherie. Die so entstandene innere Zellenschichte ist die Anlage des äusseren Sporensackes, der im Längs- und Querschnitte als scharf begrenzte Schichte und lange vor Anlage der sporenbildenden Schichte erkennbar ist und sich später in zwei und durch abermalige Theilung der so gebildeten inneren Schichte in drei Zelllagen spaltet, und von der äusseren zur eigentlichen Kapselwand werdenden Schichte, die in eentrifugaler Theilungsfolge die Zahl ihrer Schichten vermehrt, später durch den Luftraum getrennt ist.

In Zusammenfassung des hier Mitgetheilten ergibt sich also, dass der Sporenraum der Lebermoose der sporenbildenden Schichte plus der Columella der Laubmoose analog ist, dass also der äussere Sporensack als Differenzirung in der Kapselwand, die Columella als Differenzirung im Sporenraume aufzufassen ist. Ich habe aber schon oben erwähnt, dass es erst nachgewiesen werden müsste, ob dies auch für die *Andraceen* und

<sup>1</sup> Es wurde dies bei *Orthotrichum* genau studirt. Für *Phascum* weichen die Angaben Kienitz - Gerloff's ab, da hier der innere Sporensack seiner Entstehung nach zur Columella gehört.

namentlich für *Sphagnum* giltig sei. Sollte aber, wie gesagt, dies doch der Fall sein, so verschwände für sämtliche zu den Laubmoosen gerechnete Formen jeder Anhaltspunkt zur Vergleichung derselben mit *Anthoceros* bezüglich der Kapselentwicklung.

In wie weit aber die hier mitgetheilte Entwicklung der *Anthoceros*kapsel für die Ansicht Prantl's — *Anthoceros* als den Ausgangspunkt für die Farne zu betrachten — verwerthbar ist, will ich einer späteren Mittheilung vorbehalten.

### Erklärung der Tafel.

#### *Anthoceros laevis*.

- Fig. 1. Junger Embryo im optischen Querschnitte, umgeben von dem in Theilung begriffenen Thallusgewebe. Vergr. 350.
- Fig. 2. Ein frei präparirter Embryo, im optischen Längsschnitte. Embryolänge: 39 Mik. Bei Drehung um  $90^\circ$  war das Bild dasselbe. Jedes Stockwerk bestand daher aus vier Zellen. Vergr. 540.
- Fig. 3. Ein etwas weiter entwickelter Embryo im Längsschnitte. Im obersten Stockwerke ist durch die Wände *c* die Columella abgeschnitten. Die Zellen des untersten Stockwerkes sind zerrissen. Vergr. 350.
- Fig. 4. Ein ähnliches Präparat. Auch im mittleren Stockwerke sind Innenzellen gebildet. *a*) im optischen Längsschnitte, *b*) im optischen Querschnitte durch das mittlere Stockwerk. Vergr. 540.
- Fig. 5. Längshälfte eines Embryo, mit unversehrtem Fussheile. Vergr. 350.
- Fig. 6. Ein etwas älteres Stadium. In den Innenzellen des oberen Stockwerkes (der Columella) ist eine Quertheilung eingetreten. Vergr. 350.
- Fig. 7. Ein etwas älterer Embryo. Vergr. 540.  
*a*) im optischen Längsschnitte.  
*b*) im optischen Querschnitte.
- Die sporenbildende Schichte ist in diesen wie den folgenden Figuren durch  $\ddagger\ddagger$  kenntlich gemacht.
- Fig. 8. Ein etwas älteres Entwicklungsstadium. Die punktirte Linie zeigt die Umgrenzung des Fusses. Vergr. 350.
- Fig. 9. Entwicklungsstadium zwischen Fig. 7 und 8. Vergr. 540.
- Fig. 10. Ein Querschnitt, entsprechend dem in Fig. 9 im Längsschnitte dargestellten Entwicklungsstadium. Vergr. 305.

- Fig. 11. Ein Entwicklungsstadium, etwas älter als das der Fig. 8. In den Zellen an der Spitze beginnt die Streckung. Vergr. 540.
- Fig. 12. Längsschnitt durch den unteren Theil eines noch älteren Embryo. Vergr. 350.
- Fig. 13. Zu Fig. 12 gehöriger Querschnitt in der Höhe  $m - n$ .
- Fig. 14. Querschnitt in der Höhe  $x - y$ .
- Fig. 15. Querschnitt durch den Grund eines Sporogons, das in seinem oberen Theile schon Sporen zeigte. Vergr. 350.
- Fig. 16. Querschnitt durch dasselbe Sporogon, aber etwas weiter spitzwärts. Vergr. 350.
- Fig. 17. Noch höherer Querschnitt. Vergr. 350.
- Fig. 18. Ein Embryo mit der Ausbildung dreier Stockwerke im Längsschnitte. Vergr. 540.